

Eðlisfræði II:

Rafsegulbylgjur

Kaflí 12

Jón Tómas Guðmundsson

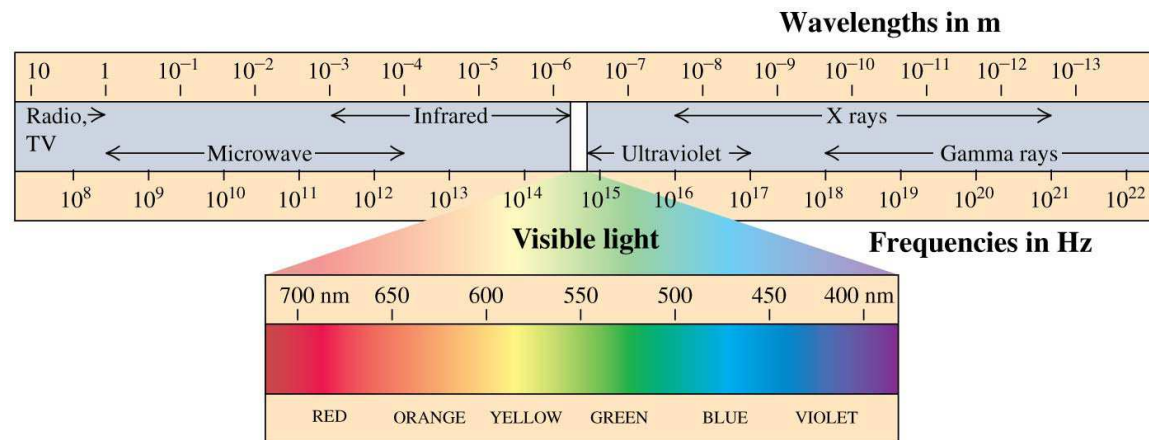
tumi@hi.is

11. vika vor 2016

Inngangur

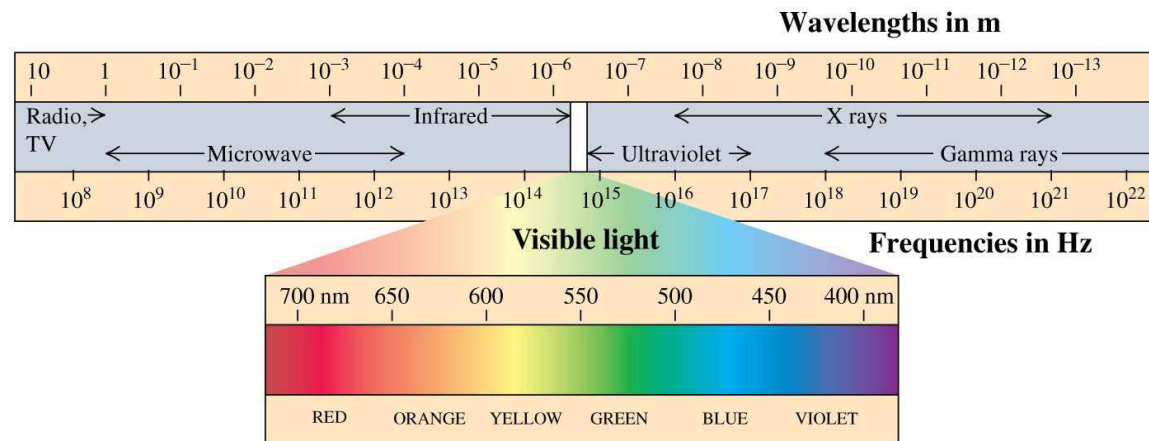
- Jöfnur Maxwell segja okkur að tímaháð segulsvið sé uppspretta rafsviðs og að tímaháð rafsvið sé uppspretta segulsviðs
- Þessi **E** og **B** svið viðhalda hvort öðru og mynda rafsegulbylgjur sem ferðast um rúmið
- Við munum sjá að þessar bylgjur bera bæði orku og skriðþunga

Inngangur



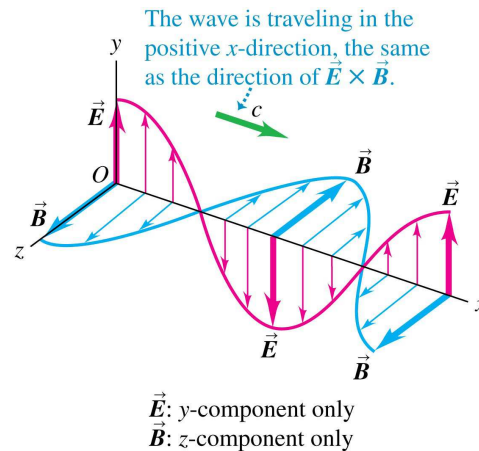
- Myndin sýnir rafsegulrófið sem samanstendur af rafsegulbylgjum af öllum tíðnum og bylgjulengdum
- Þrátt fyrir mismunandi uppsprettur og notkun, ferðast þær allar með hraðanum $c = 299792458$ m/s (í lofttæmi)

Inngangur



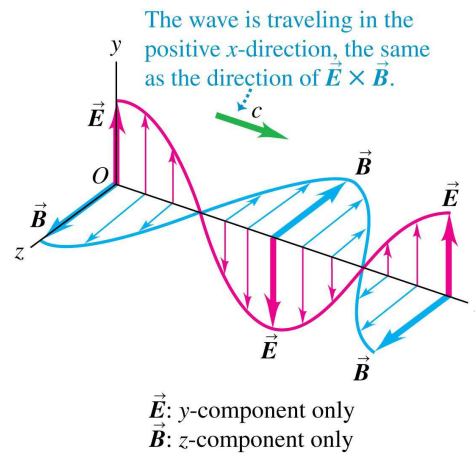
- Við sjáum að aðeins lítið brot af þessu rófi er okkur sýnilegt og við nefnum það **sýnilega sviðið** og er á bylgjulengdar bilinu 380 til 750 nm
- Venjulegt hvítt ljós inniheldur allar bylgjulengdir

Svið sínuslaga bylgju



- Myndin sýnir pólaða sínus rafsegulbylgju sem ferðast í x -stefnuna
- Raf- og segulsviðin sveiflast í fasa, \mathbf{E} er stærst þegar \mathbf{B} er stærst og \mathbf{E} er núll þegar \mathbf{B} er núll
- Þar sem \mathbf{E} er $+y$ -stefnuna er \mathbf{B} í $+z$ -stefnuna
- Í öllum punktum er $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ í ferðastefnu bylgjunnar $+x$ -stefnan

Svið sínuslaga bylgju



- Við getum ritað þetta sem bylgjujöfnur á vigurformi

$$\mathbf{E}(x, t) = \hat{\mathbf{j}} E_{\max} \cos(kx - \omega t)$$

$$\mathbf{B}(x, t) = \hat{\mathbf{k}} B_{\max} \cos(kx - \omega t)$$

og

$$E_{\max} = cB_{\max}$$

Rafsegulbylgjur í efni

- Hingað til hefum við fjallað um rafsegulbylgjur í lofttæmi
- Rafsegulbylgjur geta líka ferðast um efni
- Í rafsvara er hraði bylgjunnar ekki sá sami og í lofttæmi og við notum v í stað c fyrir ferðahraðann
- Nú ritum við því

$$E = vB$$

og

$$B = \epsilon\mu vE$$

og við finnum einnig

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{1}{\sqrt{K K_m}} \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} = \frac{c}{\sqrt{K K_m}}$$

Rafsegulbylgjur í efni

- Fyrir flesta rafsvara er $K_m \approx 1$ svo að $v = c/\sqrt{K}$
- Einnig er

$$\frac{v}{c} = n = \sqrt{KK_m} \approx \sqrt{K}$$

⇒ Dæmi 12.1.

Frekari upplýsingar

- Þessi kafli er að mestu byggður á kafla 32 hjá Young and Freedman (2015).

Heimildir

Young, H. D. and R. A. Freedman (2015). *University Physics with Modern Physics* (14 ed.). Harlow, England: Pearson Education.